

ダム用コンクリート締固め判定手法の開発

(株)大林組 正会員 古屋 弘
 (株)大林組 正会員 ○上高 克弘
 (株)大林組 正会員 久保 貴士

1. はじめに

コンクリートダムの施工において、コンクリートの締固め作業は、ダム本体の水密性や耐久性、強度を確保する上で大変重要である。有スランプのダム用コンクリートの締固めには、バックホウに内部振動機（3～4本）を搭載したバイバックと呼ばれる機械が用いられるが、コンクリート締固め完了は、バイブレータでの締固め時間と目視判断によるところが大きい。土木学会のコンクリート標準示方書では、①コンクリートの沈下がなくなること、②大きな気泡が生じなくなること、③水が表面に現れて光沢が生じることとされているが、定量的な基準は示されていない。このため、コンクリートの締固めは、かけ忘れあるいは不十分な稼働時間による締固め不足、過度な稼働時間による材料分離などが懸念され、均質なコンクリートを得るための管理状況としては必ずしも十分ではない。

ここでは、締め固め中のコンクリートの振動が、締め固まるにつれ変化すると考え、内部振動機近傍のコンクリートの振動波形の変化を測定することで締固めの完了を評価することを検討し、客観的な数値により判断・記録できるダム用コンクリート締固め管理システムを新たに開発した。

2. 締固め管理システム概要

ダムコンクリートは、プラントで練り混ぜし、バケットで打設位置へ搬送され、その後バイバック（バイブレータ）で締固めを行う。バケットで搬送直後は、骨材・セメント・水・空気が混在した状態で山積み状態になっており、これをバイバックで締め固め、骨材とセメントの均一化とともに、特に空気を追い出し、高品質なコンクリートを形成することとなる。締固め管理システムでは、この空気がコンクリート中から追い出されることによる密度の増加を、バイブレータの振動の伝搬を計測・解析することにより判定する手法を実験・検証した。使用機械と計測システムを図-1に、システムの構成（概要）を図-2に示す。加速度センサは、バイバックの中間位置に取り付け、その解析値を判定材料とすることとした。

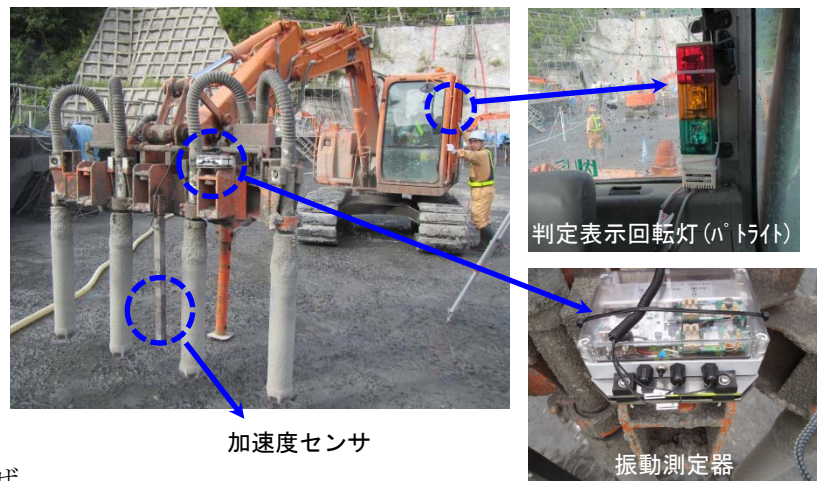


図-1 バイバック及び締固め管理システム全景

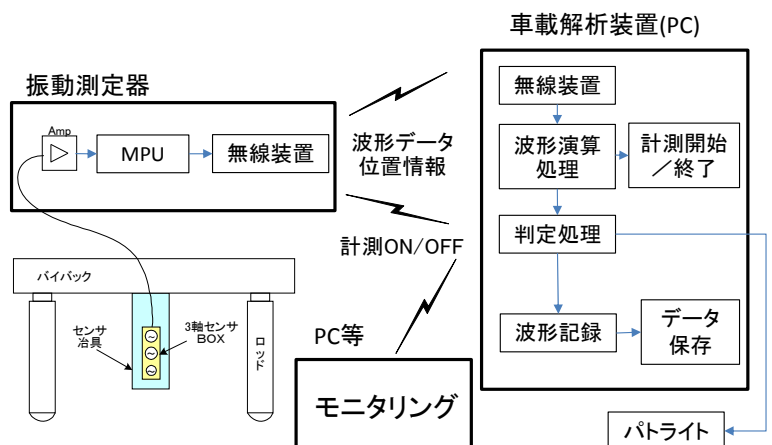


図-2 締固め管理システム構成

キーワード コンクリート締固め、バイバック、搭載型内部振動機、加速度測定

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 生産技術本部ダム技術部 TEL03-5769-1321

コンクリートの締固め判定は、以下の2つの手法を試行することとした。

①コンクリート中の気泡が追い出されることにより、密度が増加する。これによりバイバックの振動がコンクリート中を伝搬しやすくなることが予想された。コンクリート中の加速度を計

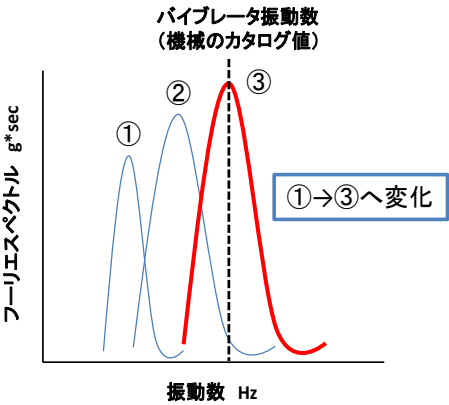


図-3(a) 締固め振動数の変化

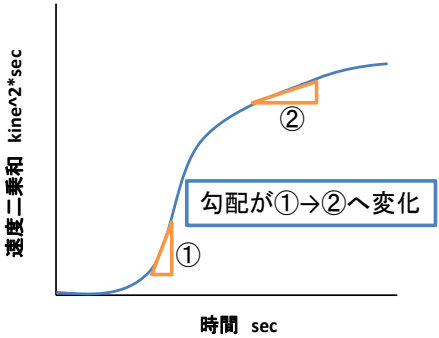


図-3(b) 速度二乗和の変化

測し、締め固まらない状態ではバイバックの基本振動数よりも低い周波数特性であったものが、締め固まった状態ではバイバックの基本振動数に近づくことを予備実験で検証し、この性質を利用して判定を行う(図-3(a))。バイブレータの仕様を表-1に示す。

表-1 バイブレータ仕様一覧表

形式	HIB150HL
振動数 (Hz)	117~133
遠心力 (kN)	13.6~17.8
振動部 (径×長さ) (mm)	150×850
有効範囲 (m)	1

②バイバックから離れたところに設置した、加速度センサにより計測されたデータから波形を構成し、その波形の振幅の二乗和(エネルギー)の増加を観察すると、そのエネルギーの増加割合が、締め固めが進行するにつれて収束することが解った。この性質を利用し、締め固め判定を行うこととした(図-3(b))。

3. 締固め判定システムの試験施工結果

長野県のダム工事施工現場にてダムコンクリートの実打設による締め固め試験を3回実施し、締め固め中のコンクリートの加速度測定と締め固め完了判定の試験を行った(図-5)。締め固め判定は図-4の締め固め判定フロー図のとおりとし、締め固め完了の判定時には回転灯にて表示し、打設管理者やオペレータもその場で分かるようにした。コンクリートの加速度測定値・システムによる締め固め判定のモニタリングとコンクリート表面の状況の観察により、締め固め判定の有効性を確認した。

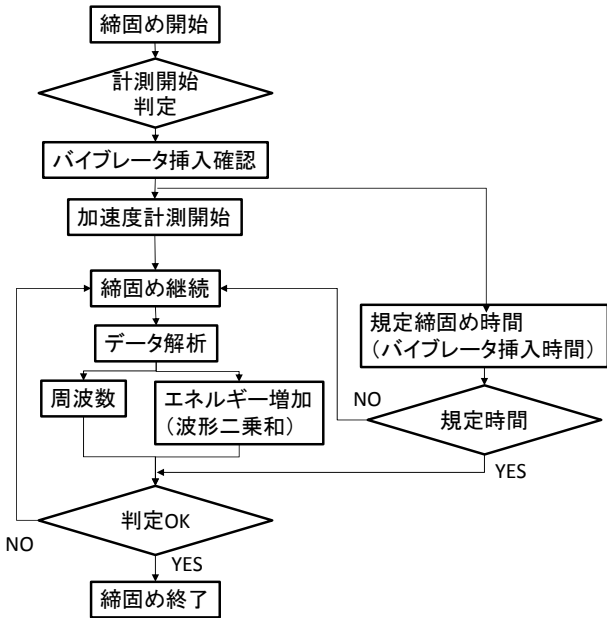


図-4 締固め判定フロー図

4. おわりに

締め固め中のコンクリートの加速度の変化は、コンクリートの締め固め状況と密接な関係があり、次の2点で締め固め完了を判定できることが分かった。

- ①コンクリートのフーリエピーク振動数は一定値に近づく。
 - ②コンクリート振動波形の振幅の二乗和の勾配が低下する。
- これらにより定量的にコンクリートの締め固め状況を判断することで、オペレータの技量によらず締め固めの過不足をなくして、均一で良質なコンクリート打設とすることができる。今後の課題として、当システムで判定したコンクリートの物性評価やシステム自体の耐久性試験を行う予定である。



図-5 締固め判定現場試験状況